

Dulcina: nueva variedad de sorgo dulce para Tamaulipas y centro de Nuevo León

Héctor Williams-Alanís²

Ulises Aranda-Lara^{1,§}

Gerardo Árcos-Cavazos³

Francisco Zavala-García⁴

María del Carmen Rodríguez-Vázquez⁴

Jorge Elizondo-Barrón²

1 Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato, México. CP. 38010. Tel. 55 38718700.

2 Ex-Investigador. Campo Experimental Río Bravo-INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tamaulipas, México. AP. 172. CP. 88900. (hectorwilliamsa@yahoo.com.mx; elizondo.jorge@inifap.gob.mx).

3 Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP. Tampico - Mante Kilómetro 55, 89610 Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas, México. (chacmiel@hotmail.com).

4 Estación Experimental Marín-Universidad Autónoma de Nuevo León-Facultad de Agronomía. Carretera Zuazua-Marín km 17.5, Marín, Nuevo León, México. CP. 66700. (francisco.zavalagr@uanl.edu.mx; mary-carmen72@hotmail.com).

Autor para correspondencia: aranda.ulises@inifap.gob.mx.

Resumen

El sorgo dulce es una excelente fuente potencial para producción de bioetanol, debido a su rusticidad, tolerancia a sequía y altas temperaturas y adaptación a regiones marginales. Proporciona energía renovable, capaz de suplantar los combustibles fósiles. En el *Campus Marín*, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el ciclo otoño-invierno 2009-2010, se realizaron cruces entre genotipos contrastantes. Dulcina se originó de la cruce de SBB-25 x Rox Orange, a la cual se aplicó a partir de la generación F₂ el método de surco por panoja o pedigrí, durante cuatro generaciones. La selección (SBB-25 x Rox Orange) 17-1-1-1 se registró en el CNVV el 21 de enero de 2021 con el nombre de Dulcina. Se adaptó favorablemente en el centro de Nuevo León y Tamaulipas. Las espigas son compactas, de granos pequeños, color naranja, de ciclo intermedio (74.4 a 87.1 días a floración), con una producción de bioetanol entre 2 614 a 3 925 L ha⁻¹ superiores al mejor testigo entre 6.1 a 32.3%, equivalente a 191 a 959 L ha⁻¹. También fue de plantas altas (221 a 235 cm) y con un contenido de azúcar de 16.4 a 20.4 °Brix. En el Sur de Tamaulipas, fue más tolerante al acame que Keller y RB-Cañero. Fue tolerante a tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* (Pass.) Leo and Suggs), y antracnosis (*Colletotrichum graminicola* (G.E Wilson) y fue superior ($p \leq 0.05$) a Keller.

Palabras clave:

brix, producción de bioetanol, sorgo dulce.

México presenta condiciones agroecológicas óptimas para la producción de sorgo dulce. Los estados con mayor superficie potencial son: Veracruz, Campeche, Tamaulipas, Tabasco, Guanajuato, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Michoacán, Chihuahua y Quintana Roo (Ramírez-Jaramillo *et al.*, 2020). El estado de Tamaulipas es el principal productor de sorgo en México para el año 2021 cultivó 1 000 000 ha, el 80% en condiciones de temporal (SIAP, 2022).

El aumento de los precios del mercado mundial de los combustibles fósiles, la creciente demanda y su inestabilidad, hacen a los combustibles renovables económicamente viables (Khawaja *et al.*, 2014). Otro factor importante, es que las reservas de petróleo son finitas (Serna *et al.*, 2011). Para reducir la dependencia mundial de los combustibles fósiles, se han desarrollado alternativas de combustibles renovables como la producción de bioetanol. El sorgo dulce es una fuente potencial para producción de bioetanol.

En comparación con otros cultivos, proporciona alto rendimiento de biomasa, alto rendimiento de azúcar/etanol y la capacidad de crecer en áreas marginales (Tang *et al.*, 2018). Se requiere la generación de nuevos materiales genéticos para el desarrollo de una industria de bioenergéticos, que permita a mediano plazo migrar hacia un sistema más sustentable (Moreno-Hernández *et al.*, 2018). La Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León desde el año 2006, ha realizado investigación en mejoramiento genético de sorgo dulce.

Durante el ciclo otoño invierno O-I 2009-2010 en el *Campus* Marín. Dulcina, se obtuvo mediante recombinación genética y selección (Tabla 1). El germoplasma que dio origen a esta variedad fue la línea de grano élite mantenedora de la fertilidad SBB-25 desarrollada en México por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Río Bravo, es progenitora de los híbridos comerciales: RB-4000, RB-Patrón y RB-Huasteco (Williams-Alanís *et al.*, 2017). La variedad de sorgo dulce y forrajero Rox Orange o Waconia, fue generada por Wisconsin Agricultural Experiment Station, EE. UU. (Ali *et al.*, 2008).

Tabla 1. Esquema del proceso de obtención de Dulcina.

Año y ciclo	Proceso
O-I/2009-2010	Cruza de SBB-25 x Rox-Orange. Obtención de la semilla F_1
P-V/2010	Siembra de la semilla F_1 , y obtención de la semilla F_2
O-I/2010-2011, P-V/2011, O-I/2011-2012, y P-V/2012	Siembra de la semilla F_2 , F_3 , F_4 y F_5 , donde se aplicó el método de selección de surco por panoja o pedigrí
O-I/2012-2013	Aumento de semilla y uniformización. Obtención de la variedad experimental (SBB-25 x Rox Orange) 17-1-1-1
P-V/2013-2022	Evaluación. Esta variedad se denominó Dulcina

La cruce F_1 de SBB-25 x Rox-Orange se realizó durante el ciclo O-I/2009-2010 y la semilla F_2 se obtuvo durante el ciclo P-V/2010. Durante los ciclos O-I/2010-2011, P-V/2011, O-I/2011-2012 y P-V/2012, en las generaciones F_2 , F_3 , F_4 y F_5 ; se aplicó el método de selección de surco por panoja o pedigrí, al autofecundar plantas altas, con el tallo más grueso, sin acame y con tolerancia a enfermedades foliares, con un contenido de azúcar en el jugo entre 15 a 20.5 °Brix.

Para dar termino a la formación de las variedades durante el ciclo O-I /2012-2013, se aumentó la semilla, al autofecundar plantas con características fenotípicas similares. Las mejores 10 variedades (selección visual), se evaluaron en experimentos, sembrados: en cuatro ambientes en el sur de Tamaulipas (Estación Cuauhtémoc) y cuatro ambientes en el centro de Nuevo León (Marín), donde fungieron como testigos las variedades comerciales Keller (EE. UU.) y RB-Cañero (INIFAP).

En fecha posterior se diseñó un tercer ensayo que se evaluó en tres ambientes en el norte de Tamaulipas, en comparación a los testigos de INIFAP. En las evaluaciones de las tres localidades, sobresalió la variedad experimental (SBB-25 x Rox Orange) 17-1-1-1, a la cual se le denominó

Dulcina. La cual presenta espigas compactas, de granos pequeños, color naranja, 26.2 cm de longitud de panoja, 16 cm de exserción, de ciclo intermedio (74.4 y 87.1 días a la floración).

En el centro de Nuevo León, fue de ciclo más tardío que Keller, las plantas altas (227 a 230 cm), fueron similares a los testigos comerciales. Williams-Alanís *et al.* (2017) menciona que los sorgos dulces más altos son los más productivos. El contenido de azúcar en el jugo del tallo fue de 6.6 a 20.4 °Brix, entre -3.4 a 13.3% respecto a Keller el mejor testigo comercial, (Tablas 2, 3 y 4). En el norte de Tamaulipas Dulcina (20.6) fue superior en °Brix a los testigos RB-Tehua (17.6) y RB-Cañaveral (18.2). Elangovan *et al.* (2014), afirma que las características de producción de jugo y °Brix son muy importantes para la producción de bioetanol.

Tabla 2. Características agronómicas de sorgos dulces en el centro de Nuevo León (Marín). Promedios de cuatro ambientes durante los años 2014 a 2017.

GEN	DF	AP	°Brix	PTPKH	PTKH	PJKH	BIO
Dulcina	87.1 a	227 a	16.4 a	37 685	29 431	15 300	2 614 a
Keller	82.1 b	230 a	16.3 a	34 514	24 267	13 065	2 174 a
RB-Cañero	79.6 c	215 b	9.9 b	30 119	21 695	11 895	1 140 b
%SMT	6	-1.3	0.06	9.1	21.2	17.1	20.2
CV	1.18	4.49	12.6	22.4	23.79	26.11	27.62

Literales diferentes indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$). %SMT= % sobre el mejor testigo; CV= coeficiente de variación; GEN= genotipo; DF= días a floración; AP= altura de planta; °Brix= sólidos solubles; PTPKH= peso total de planta (kg ha^{-1}); PTKH= peso de tallo (kg ha^{-1}); PJKH= peso de jugo (kg ha^{-1}); BIO= producción de bioetanol (L ha^{-1}).

Tabla 3. Características agronómicas de sorgos dulces en el sur de Tamaulipas (Estación Cuauhtémoc, Campo Experimental las Huastecas). Promedios de cuatro ambientes durante los años 2013 a 2014.

GEN	DF	AP	°Brix	PTPKH	PTKH	PJKH	BIO
Dulcina	75.8 b	221	17 a	44 407	35 203	22 136	3 306 a
Keller	74.8 b	206	17.6 a	49 968	32 425	19 124	3 115 a
RB-Cañero	81.8 a	226	8.6 b	36 252	28 421	18 706	1 278 b
%SMT	-7.3	-2.2	-3.4	-11.1	8.5	15.7	6.1
CV	4.27	14.32	9.7	26.17	27.15	29.44	30.1

Literales diferentes, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$). %SMT= % sobre el mejor testigo; CV= coeficiente de variación; GEN= genotipo; DF= días a floración; AP= altura de planta; °Brix= sólidos solubles; PTPKH= peso total de planta (kg ha^{-1}); PTKH= peso de tallo (kg ha^{-1}); PJKH= peso de jugo (kg ha^{-1}); BIO= producción de bioetanol (L ha^{-1}).

Tabla 4. Características agronómicas de sorgos dulces en el norte de Tamaulipas (Río Bravo). Promedios de tres ambientes durante 2021 y 2022.

GEN	DF	AP	°Brix	PTPKH	PTKH	PJKH	BIO
Dulcina	74.4	225	20.6 a	43 861	34 051	13 943	3 925 a
RB-Cañaveral	74.4	235	18.2 b	38 700	29 579	12 111	2 966 b
RB-Tehua	72	233	17.6 b	37 101	28 217	11 520	2 788 c
%SMT	0	-4	13.1	13.3	15.1	15.1	32.3
CV	2.98	6.9	8.02	19.9	21.63	27	25.35

Literales diferentes indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$). %SMT= % sobre el mejor testigo; CV= coeficiente de variación; GEN= genotipo; DF= días a floración; AP= altura de planta; °Brix= sólidos solubles; PTPKH= peso total de planta (kg ha^{-1}); PTKH= peso de tallo (kg ha^{-1}); PJKH= peso de jugo (kg ha^{-1}); BIO= producción de bioetanol (L ha^{-1}).

Dulcina presentó valores de PTPKH entre 37 685 a 44 407 kg ha⁻¹, PTKH entre 29 431 a 35 203 kg ha⁻¹ y PJKH entre 15 300 a 22 136 L ha⁻¹. Superiores al testigo entre 8.5 a 26.1%, excepto para PTPKH en el sur de Tamaulipas, el cual fue 11.1% inferior. La producción de bioetanol fue entre 2 614 a 3 925 L ha⁻¹, superiores al mejor testigo entre 6.1 a 32.3%, equivalente a 191 a 959 L ha⁻¹ más.

En el norte de Tamaulipas Dulcina (3 925 L ha⁻¹) fue superior ($p \leq 0.05$) a los testigos comerciales en producción de bioetanol RB-Cañaveral (2 966 L ha⁻¹) y RB-Tehua (2 788 L ha⁻¹) (Tabla 4), se estimó la producción de bioetanol de acuerdo con las fórmulas descrita por Rakhmetova *et al.* (2020). Producción teórica de bioetanol L ha⁻¹ = (°Brix azúcar 100) x (0.65 L bioetanol 1 kg azúcar) x (0.85) x (peso tallo kg ha⁻¹).

En el sur de Tamaulipas (Tabla 5), Dulcina fue más tolerante al acame que Keller y RB-Cañero. Se presentaron las enfermedades de tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* (Pass.), Leo and Suggs) y antracnosis foliar [*Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.E Wilson], en donde Dulcina Resultó tolerante y fue superior ($p \leq 0.01$) a Keller.

Tabla 5. Incidencia de enfermedades foliares y calificación del acame en el sur de Tamaulipas. (Campo Experimental Las Huastecas).

GEN	Dulcina	Keller	RB-Cañero	%SMT	CV
Acame	2.2	3.2	3.7	31.25	23.7
Inc. de enfermedades foliares	2 a	2.6 b	2 a	14.5	15.4

Literales diferentes, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$). GEN= genotipo; %SMT= % sobre el mejor testigo; CV= coeficiente de variación. Las características se calificaron en forma visual de mayor a menor mediante una escala de 1 al 5.

El manejo del cultivo se debe de llevar a cabo de acuerdo con las recomendaciones regionales para la producción comercial de sorgo del paquete tecnológico de riego. También se deben de cumplir con todas las indicaciones del SNICS (siembra, aislamiento, desmezclas, etc.) en cuanto a producción de semillas.

Dulcina se recomienda para las tierras bajas (0-800 msnm) del centro de Nuevo León y Tamaulipas. Se registró el 13 de enero de 2021 con el título de obtentor Núm. 2606 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). La UANL cuenta con semilla disponible para el incremento de la variedad.

Conclusiones

Dulcina se recomienda para las tierras bajas (0-800 msnm) del centro de Nuevo León y Tamaulipas. La Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, cuenta con semilla para el incremento de la variedad. La variedad forma parte del creciente número de materiales dulces disponible en el país, constituyendo un aporte importante para mejorar la productividad del cultivo.

Agradecimientos

Los autores y la autora agradecen el apoyo financiero proporcionado por la Comunidad Europea a través del proyecto de investigación Núm. 227422 titulado: Sweetfuell Sorghum: an Alternative Energy Crop. Se agradece el apoyo del INIFAP para el establecimiento de los experimentos en el Campo Experimental Río Bravo y Las Huastecas.

Bibliografía

- 1 Ali, M. L.; Rajewski, J. F.; Baenziger, P. S.; Gill, K. S.; Eskridge, K. M. and Dweikat, I. M. 2008. Assessment of genetic diversity and relationship among a collection of US sweet sorghum germplasm by SSR markers. *Molecular Breeding*. 21(1):497-509. <http://dx.doi.org/10.1007/s11032-007-9149-z>.
- 2 Elangovan, M.; Kiran-Babu, P.; Seetharama, N. and Patil, J. V. 2014. Genetic diversity and heritability characters associated in sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Sugar Tech*. 16(2):200-210. Doi: 10.1007/s12355-013-0262-5.
- 3 Khawaja, C.; Janssen, R.; Rutz, D.; Luquet, D.; Trouche, G.; Reddy, B.; Rao, P.; Basavaraj, G.; Schaffert, R.; Damasceno, C.; Parella, R.; Zacharias, A.; Bushmann, R.; Rettenmaier, N.; Reinhardt, G.; Monti, A.; Lizarazu, W. Z.; Amaducci, S.; Marocco, A.; Snijman, W.; Shargie, N.; Terblanche, H.; Zavala-García, F. y Braconnier, S. 2014. Manual del sorgo dulce: cultivo con potencial energético. WIP Renewable Energies Publisher, Munich, GER. 82 p.
- 4 Moreno-Hernández, J. M.; Moreno-Gallegos, T. and López-Guzmán, J. A. 2018. Evaluation of theoretical ethanol production from forage sorghums (*Sorghum bicolor* L. Moench) in Sinaloa, Mexico. *Revista Bio Ciencias*. 5(2):e483. <https://doi.org/10.15741/revbio.05.nesp.e483>.
- 5 Ramírez-Jaramillo, G.; Lozano-Contreras, M. G. and Ramírez-Silva, J. H. 2020. Agroclimatic conditions for growing *Sorghum bicolor* L. moench, under irrigation conditions in Mexico. *Open Access Library Journal*. 7(06):e6423. <https://doi.org/10.4236/oalib.1106423>.
- 6 Rakhmetova, S. O.; Vergun, O. M.; Blume, R. Y.; Bondarchuck, O. M.; Shymamanska, O. V.; Tsyganskov, S. P.; Yemets, A. I.; Blume, Y. V. and Rakhmetov, D. B. 2020. Ethanol production potential of sweet sorghum in north and central Ukraine. *The Open Agriculture Journal*. 14(1):321-338. <https://doi.org/10.2174/1874331502014010321>.
- 7 Serna, F. H.; Barrera, L. B. y Montiel, H. C. 2011. Impacto social y económico en el uso de biocombustibles. *Journal of Technology Management e Innovation*. 6(1):100-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242011000100009>.
- 8 SIAP. 2022. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. Cierre de la producción Agropecuaria y Pesquera. <https://www.gob.mx>.
- 9 Tang, S.; Wang, Z.; Chen, C.; Xie, P. and Xie, Q. 2018. The prospect of sweet sorghum as the source for high biomass crop. *J. Agric. Sci. Bot*. 2(3):5-11. Doi: 10.35841/2591-7897.2.3.5-11.
- 10 Williams-Alanís, H.; Zavala-García, F. G.; Arcos-Cavazos, M.; Rodríguez-Vázquez, C. y Olivares-Sáenz, E. 2017. Características agronómicas asociadas a la producción de bioetanol en genotipos de sorgo dulce. *Agronomía Mesoamericana*. 28(3):549-563. <http://dx.doi.org/10.15517/MA.V28i3.26690>.



Dulcina: nueva variedad de sorgo dulce para Tamaulipas y centro de Nuevo León

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 July 2025
Date accepted: 01 August 2025
Publication date: 31 August 2025
Publication date: Jul-Aug 2025
Volume: 16
Issue: 5
Electronic Location Identifier: e3413
DOI: 10.29312/remexca.v16i5.3413
Funded by: INIFAP
Award ID: 227422

Categories

Subject: Descripción de cultivar

Palabras clave:

Palabras clave:

brix
producción de bioetanol
sorgo dulce

Counts

Figures: 0
Tables: 5
Equations: 0
References: 10
Pages: 0